

Influência morfométrica da ostra *Crassostrea tulipa* (Lamarck, 1819) na composição do biofouling

Weverton John Pinheiro dos Santos¹, Mara Rúbia Ferreira Barros², Marko Herrmann³, Rafael Anaisce das Chagas⁴

1. Pesquisador colaborador do Museu de Zoologia (Universidade Federal Rural da Amazônia - MZUFRA, Brasil).

weverton_john@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/2355564892455436>

<http://orcid.org/0000-0001-8413-5081>

2. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca (Universidade Federal do Pará - UFPA, Brasil).

eng.p.marabarro@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/2987451700378458>

<http://orcid.org/0000-0003-1354-7550>

3. Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Brasil.

marko@benthos.eu

<http://lattes.cnpq.br/1473736089258238>

<http://orcid.org/0000-0001-9891-6700>

4. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ecologia (Universidade Federal do Pará - UFPA, Brasil).

rafaelanaisce@hotmail.com

<http://lattes.cnpq.br/9393899936340805>

<http://orcid.org/0000-0002-1555-6154>

RESUMO

O *biofouling* é um dos principais problemas que acometem cultivos de ostras. Diversos fatores, abióticos e bióticos, influenciam a composição deste. Neste estudo, objetivou-se testar a hipótese de que a riqueza e a abundância do macrobentos que compõe o *biofouling* estão associadas à área de superfície da ostra *Crassostrea tulipa* cultivada no rio Urindeua, Pará. Para tanto, realizaram-se nove coletas entre maio de 2016 e abril de 2017, amostrando-se 30 ostras/mês na ostreicultura da Associação dos Agricultores, Pecuáristas e Aquicultores - ASAPAQ (Salinópolis, Pará, Norte do Brasil). Primeiramente, retirou-se o *biofouling* da superfície das ostras, realizando posteriormente a triagem, quantificação e identificação taxonômica dos organismos. Para testar possíveis diferenças entre ostras de diferentes tamanhos com relação aos parâmetros riqueza e abundância do *biofouling*, aplicou-se uma ANOVA unifatorial, seguida de um Teste de Tukey. Os resultados deste estudo confirmam a hipótese de que a riqueza está associada à superfície da ostra, indicando que ostras maiores apresentam um maior número de espécies quando comparadas às menores. No entanto, refutou a hipótese quando se relacionou a abundância.

Palavras-chave: Abundância, Ostra-do-mangue, Macrobentos, Riqueza.

Morphometric influence of the oyster *Crassostrea tulipa* (Lamarck, 1819) on the composition of biofouling

ABSTRACT

Biofouling is one of the main problems that affect oyster farming. Several factors, abiotic and biotic, influence its composition. In this study, the objective was to test the hypothesis that the richness and abundance of the macrobenthos that compose the biofouling are associated with the surface area of the oyster *Crassostrea tulipa* cultivated in the Urindeua river, Pará. For this purpose, nine collections were carried out between May 2016 and April 2017, sampling 30 oysters/month in the oyster culture of the Association of Farmers, Livestock and Aquaculture - ASAPAQ (Salinópolis, Pará, Northern Brazil). First, the biofouling was removed from the surface of the oysters, subsequently performing the sorting, quantification and taxonomic identification of the organisms. To test possible differences between oysters of different sizes in relation to the richness and abundance parameters of biofouling, a ANOVA one-way was applied, followed by a Tukey test. The results of this study confirm the hypothesis that the richness is associated with the surface of the oyster, indicating that larger oysters have a greater number of species when compared to smaller ones. However, he refuted the hypothesis when related to abundance.

Keywords: Abundance; Mangrove oyster; Macrobenthos; Richness

Introdução

Denomina-se *biofouling* à formação de depósitos biológicos sobre superfícies artificiais (e.g., cascos de embarcações e instalações portuárias) ou superfícies naturais (e.g., conchas de bivalves) (PORTELLA et al., 2009; CHAGAS et al., 2018). Os organismos que assentam/colonizam o *biofouling* desempenham um importante papel ecológico nos ecossistemas aquáticos, devido à posição que estes ocupam dentro da cadeia alimentar; pois participam intensamente da decomposição da matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes (NYBAKKEN; BERTNESS, 2004).

O tipo de substrato define a estrutura do habitat, assim como a estrutura da comunidade do macrobentos e, conseqüentemente, a formação do *biofouling*, que pode se diferenciar facilmente entre superfícies naturais e artificiais (CONNELL; GLASBY, 1998). A aquicultura, com destaque à malacocultura, possibilita uma importante função no ecossistema, oferecendo um habitat alternativo para a macroepifauna nativa, mesmo em pequenas escalas (MARENGUI et al., 2010). Os bivalves dispostos em condições de cultivos exercem funções similares aqueles que habitam ambientes naturais (SHUMWAY et al., 2003). Esses cultivos propiciam a formação de uma estrutura capaz de manter outros organismos vivendo associados às conchas das ostras, em vários níveis de simbiose (KENNEDY, 1996).

Todavia, dependendo da proporção desta simbiose, prejuízos ao cultivo são cometidos, causando uma queda na produtividade (CHELLAM, 1991), com proporções que variam de

acordo com a localização geográfica, as espécies de moluscos, o habitat e o método de cultura (ADAMS et al., 2011). Há casos em que, a simples presença de alguns organismos (e.g., poliquetas perfuradoras) inviabiliza o cultivo, devido ao consumo de recursos e tempo na tentativa de reduzi-los, o que pode elevar excessivamente os custos de sua produção (CHELLAM, 1991; FRIGOTTO, 2011; FITRIDGE et al., 2012; QUAGLIARINI et al., 2019; SIEVERS et al., 2019).

No Brasil, os estudos relacionados à composição do *biofouling* em cultivo de bivalves concentram-se na região Sul, com destaque aos estados de Paraná e Santa Catarina, sendo este último responsável pela quase totalidade da produção nacional de moluscos bivalves. Os estudos realizados nesses estados abordaram apenas a composição do *biofouling* associado a superfície dos bivalves, sem analisar características morfológicas ou morfométricas das conchas. Dentre as espécies estudadas estão: ostras do gênero *Crassostrea* (PINTO, 2007; FRIGOTTO, 2011), vieiras *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (CARRARO, 2008; MACEDO, 2012) e mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (MARENZI, 2002; MARENZI; BRANCO, 2006; LEITE, 2007; MACEDO et al., 2012). Já na região Sudeste, Camargo (2011) caracterizou o *biofouling* em cultivos de *P. perna* no litoral dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Na região Nordeste do Brasil, no estado da Bahia, o *biofouling* foi caracterizado em cultivos de *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) (SOUZA et al., 2007). E na região Norte, no estado do Pará, Chagas et al. (2018) descreveram a composição do *biofouling* na superfície de ostras *Crassostrea* sp.

Neste estudo objetivou-se testar a hipótese de que tanto a riqueza quanto a abundância de *biofouling* estariam associadas à superfície da concha da ostra-do-mangue *Crassostrea tulipa* (Lamarck, 1819) – nome atualizado da ostra *Crassostrea gasar* (Deshayes, 1830), segundo *World Register of Marine Species* (www.marinespecies.org) – em um estuário amazônico, localizado no estado do Pará, região Norte do Brasil.

Material e Métodos

Local de estudo

A área de estudo delimita-se no cultivo de ostras da Associação dos Agricultores, Pecuáristas e Aquicultores – ASAPAQ, situado rio Urindeua, localizado na vila de Santo Antônio de Urindeua (Figura 1), município de Salinópolis, estado do Pará, Amazônia Oriental, Norte do Brasil. Na ASAPAQ cultiva-se a ostra-do-mangue *C. tulipa* – espécie identificada a partir de análise genética dos exemplares em banco natural (MELO et al., 2012; BALDEZ et al. 2016) – através de sementes adquiridas na comunidade de Nova Olinda, município de Augusto Corrêa. O sistema de cultivo utilizado na ASAPAQ é do tipo suspenso, usando lanternas e travesseiros.

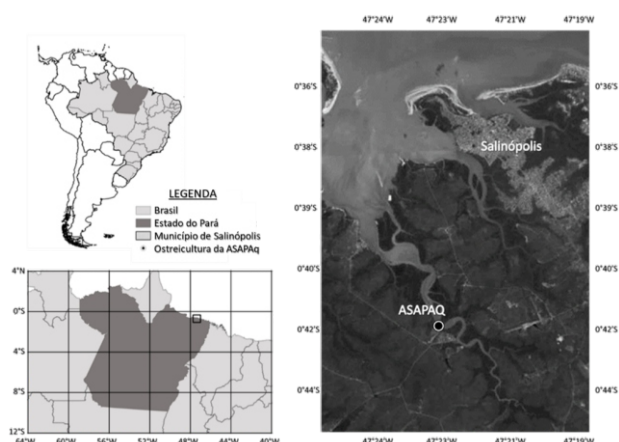


Figura 1. Mapa de localização do cultivo de ostras da Associação dos Agricultores, Pecuáristas e Aquicultores – ASAPAQ, situado no rio Urindeua, localizado na vila de Santo Antônio de Urindeua, região Norte do Brasil. / **Figure 1.** Map of the location of the cultivation of oysters of the Association of Farmers, Livestock and Aquaculture - ASAPAQ, located on the Urindeua River, located in the village of Santo Antônio de Urindeua, Northern Brazil.

Procedimento de amostragem

Neste estudo realizou-se nove coletas, entre maio de 2016 e abril de 2017, amostrando-se 30 ostras/mês em lanternas previamente codificadas na ASAPAQ, para que não fossem manejadas pelos ostreicultores durante a limpeza periódica do cultivo.

Baseou-se o processo de amostragem de acordo com Chagas (2016), realizando primeiramente a retirada do *biofouling* da superfície das ostras, utilizando uma escova com cerdas macias em um jato de água de baixa pressão, evitando que organismos sensíveis a choques mecânicos (e.g., poliquetas) fossem danificados. Posteriormente, triou-se o material em peneira de malha de 1 mm, fixando os organismos em etanol 70%. As amostras previamente codificadas foram transportadas ao Laboratório de Ecologia Bentônica Tropical da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em Belém, para análises.

Em laboratório, realizou-se um segundo processo de triagem, que consistiu na separação dos organismos por morfotipos e fez-se a quantificação dos mesmos. Após esse processo, realizou-se a identificação taxonômica em microscópio estereoscópico, utilizando bibliografia especializada, incluindo a lista de espécies de Chagas et al. (2018).

Análise dos dados

Para a análise dos dados, primeiramente mensurou-se o

comprimento total de *C. tulipa* com um paquímetro digital (TESA Data-Direct, precisão: 0,01 mm), para posteriormente, classificar as ostras de acordo com seus respectivos tamanhos comerciais: “semente” (<30 mm), “juvenil” (30-59 mm), “baby” (50-79 mm), “média” (80-100 mm) e “máster” (> 100 mm). Em seguida, realizou-se uma análise de correlação (R^2) entre a riqueza e a abundância do *biofouling* encontrado e as medidas de comprimento total das ostras e entre si, com a finalidade de verificar a dependência estatística entre essas variáveis. Posteriormente, classificou-se as mesmas de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson (r), de acordo com Rodrigues (2010). Antes de cada análise, verificou-se a normalidade dos dados com um Teste de Levene ($p = 0,05$). Em seguida, aplicou-se uma Análise de Variância *one-way* (ANOVA *one-way*) para testar possíveis diferenças entre ostras de diferentes tamanhos com relação aos parâmetros riqueza e abundância do *biofouling* e as, realizando posteriormente um Teste de Tukey, para destacar quais variáveis diferiram entre si e para estimar o nível dessas diferenças. Todas as análises estatísticas foram realizadas a um nível de significância de 95%, segundo Zar (2010) no *software* Statistica (versão 7.0) para Windows.

Resultados e Discussão

Ao todo 85,2% ($n = 232$) das *C. tulipa* analisadas apresentaram *biofouling* associado à superfície das conchas (Tabela 1). No geral, encontrou-se uma riqueza de 27 espécies (dentro moluscos bivalves e gastrópodes, crustáceos e anelídeos) e abundância de 6.402 indivíduos. Do total de ostras, 27,9% (76 ostras) apresentaram uma espécie, 21,6% (59 ostras) duas espécies, 20,2% (55 ostras) três espécies, 11,7% (32 ostras) quatro espécies, 3,3% (nove ostras) cinco espécies e apenas uma ostra com seis espécies. Além disso, 14,8% ($n = 40$) das ostras não apresentaram *biofouling*, sendo que destas sete foram classificadas como “semente”, 10 classificadas como “juvenil”, sete classificadas como “baby”, 10 classificadas como “média” e seis classificadas como “máster”. Ressalta-se que nenhuma semente apresentou *biofouling*.

Tabela 1. Número de ostras com e sem a presença de biofouling por classe de tamanho de ostras. / **Table 1.** Number of oysters with and without biofouling by class of oyster size.

| Classe de tamanho | Nº de ostras com biofouling | Nº de ostras sem biofouling |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Semente | 0 | 7 |
| Juvenil | 43 | 10 |
| Média | 35 | 7 |
| Baby | 65 | 10 |
| Master | 89 | 6 |

A relação entre riqueza de espécies e comprimento total de *C. tulipa* apresentou uma correlação baixa ($R^2 = 0,104$), tendo sido classificada como fraca ($r = 0,323$; $p < 0,001$). A relação entre a abundância de indivíduos e o comprimento total também apresentou uma correlação baixa ($R^2 = 0,011$) e foi classificada como nula ($r = 0,107$; $p = 0,102$). Do mesmo modo, a relação entre a abundância de indivíduos e a riqueza de espécies apresentou uma correlação classificada baixa ($R^2 = 0,092$), tendo sido classificada como fraca ($r = 0,304$; $p < 0,001$).

Os resultados deste estudo divergem parcialmente dos encontrados por Chagas (2016), em seu estudo com *C. tulipa* realizados anteriormente no mesmo local, visto que a relação entre a abundância de indivíduos e a riqueza de espécies apresentou uma correlação baixa ($R^2 = 0,28$), no entanto, de acordo com a classificação do coeficiente de correlação de Pearson, esse autor a classificou como substancial ($r = 0,5$). Essa pequena diferença deve ser analisada, pois pode indicar uma influência climática ocasionada pelo El Niño na riqueza de espécies da região, visto que o estudo realizado por Chagas (2016) ocorreu em um ano sem anomalia climática (2013) e o presente estudo

em ano de El Niño (2015-2016). Ressalta-se que estudos sobre a influência do El Niño são realizados mundialmente, devido seu impacto global (CHAGAS, 2018).

A hipótese de que a riqueza de macrobentos que compõe o *biofouling* associada à superfície da ostra *C. tulipa* difere entre as classes de tamanho comercial, foi confirmada após resultados da ANOVA *one-way* ($F_{(3,228)} = 11,757; p < 0,001$). Ostras de tamanho “máster” apresentam duas espécies a mais que as classificadas como “juvenil” (Tukey, $p < 0,001$) e uma espécie a mais que aquelas classificadas como “média” (Tukey, $p < 0,001$) (Figura 2). Em contrapartida, não houve diferenças entre os demais tamanhos comerciais analisados (Tabela 1). No entanto, a hipótese de que a abundância de macrobentos que compõe o *biofouling* associado à superfície da ostra difere entre as classes de tamanho comerciais, foi refutada após resultados da ANOVA *one-way* ($F_{(3,228)} = 1,861; p = 0,136$).

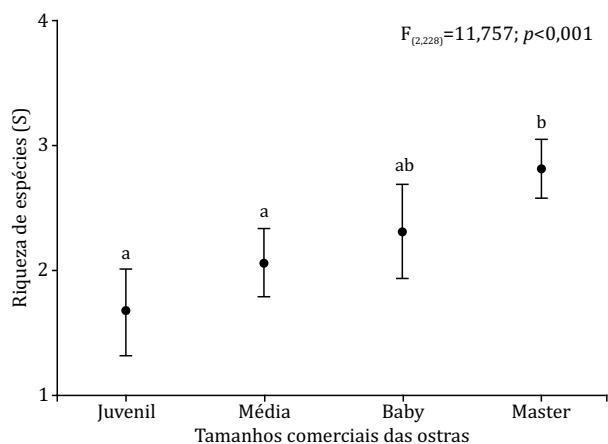


Figura 2. Médias de riqueza de espécies por classes de comprimento total (mm; tamanhos comerciais). Letras diferentes indicam diferenças significativas, $p < 0,001$. / **Figure 2.** Species richness averages by total length classes (mm; commercial sizes). Different letters indicate significant differences, $p < 0,001$.

Tabela 2. Resultados do Teste de Tukey realizado após Anova *one-way* entre a riqueza de espécies e as classes de comprimento total (mm, tamanhos comerciais), apresentando o valor de p e as diferenças entre riqueza de espécies (S). / **Table 2.** Results of the Tukey test performed after Anova *one-way* between species richness and total length classes (mm, commercial sizes), showing the p value and the differences between species richness (S).

| Relação | p -valor | Diferença entre S |
|----------------------|------------|-------------------|
| "Juvenil" X "Média" | 0,296 | - |
| "Juvenil" X "Baby" | 0,059 | - |
| "Juvenil" X "Máster" | ** | 2 |
| "Média" X "Máster" | ** | 1 |
| "Média" X "Baby" | 0,706 | - |
| "Baby" X "Máster" | 0,108 | - |

** Valor de $p < 0,001$.

Chagas e Herrmann (2016), em seu estudo realizado no mesmo local, apresentaram resultados semelhantes ao presente, no entanto, este último indicou diferença na riqueza das ostras “média” daquelas classificadas como “juvenil” e “baby”. Além disso, o resultado da relação entre a abundância e as classes de tamanho comercial foi o mesmo nos dois estudos, refutando a hipótese de que a abundância de indivíduos do *biofouling* associados à superfície da ostra difere entre as classes de tamanhos comerciais. Os padrões de colonização de *biofouling* são influenciados por diversos fatores, dentre eles: zona geográfica, características ambientais, aspectos físico-químicos, bem como suas relações alimentares intra ou inter-específicas, tipo de substrato, profundidade e entre outros (GRIBBEN et al. 2006; UNDERWOOD; CHAPMAN 2006; SIEVERS et al., 2013, 2014). No entanto, o presente estudo é o primeiro ao relacionar a colonização do *biofouling* à superfície do bivalve.

Neste estudo, confirmou-se a hipótese de que ostras maiores apresentam um maior número de espécies de *biofouling* quando comparadas a ostras menores. No entanto, refutou-se a hipótese de que a abundância do *biofouling* na superfície da

ostra está relacionada ao tamanho comercial da espécie. Recomenda-se uma análise aprofundada da influência do El Niño nesse aspecto, visto que foram evidenciadas diferenças na riqueza espécies neste estudo, realizado em ano da anomalia climática e o realizado anteriormente por Chagas e Herrmann (2016) na região.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, por meio de concessão de bolsa de pós-graduação ao último autor listado neste trabalho. Ressalta-se o agradecimento a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), pela disponibilidade dos espaços físicos para desenvolver o projeto. Aos membros da Associação dos Agricultores, Pecuáristas e Aquicultores – ASAPAQ, situado rio Urindeua, em nome de sua presidente D.^a Maria.

Referências

- ADAMS, C. M.; SHUMWAY, S. E.; WHITLATCH, R. B.; GETCHIS, T. Biofouling in marine molluscan shellfish aquaculture: a survey assessing the business and economic implications of mitigation. *Journal of The World Aquaculture Society*, v. 42, n. 2, p. 242-252, 2011.
- BALDEZ, R. S. C.; MELO, M. A. D.; SAMPAIO, I.; TAGLIARO, C. H. Novel microsatellite markers for Brazilian mangrove oysters (*Crassostrea gasar*) and their cross-compatibility in *Crassostrea rhizophorae*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 59, p. e16160071, 2016.
- CAMARGO, F. V. Biodiversidade de caranguejos braquiúros (Crustacea: Decapoda) associada ao cultivo comercial de mexilhões *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Mollusca: Bivalvia) no Litoral Norte do estado de São Paulo. 2011. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- CARRARO, J. L. F. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos sésseis e suas interações com as vieiras *Nodipecten nodosus* no cultivo da praia do Canto Grande, Santa Catarina. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28519>
- CHAGAS, R. A. *Biofouling no cultivo da ostra-do-mangue Crassostrea rhizophorae* (Goulding, 1828) (Bivalvia: Ostreidae) em um estuário amazônico. 2016. 116 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2312/EBTthesis.Chagas.2016>
- CHAGAS, R. A. Impacto do El Niño na Amazônia: influência no crescimento da ostra-do-mangue cultivada no litoral Paraense, Norte do Brasil. 2018. 291 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/954>
- CHAGAS, R. A.; BARRIOS, M. R. F.; SANTOS, W. C. R.; HERRMANN, M. Composition of the biofouling community associated with oyster culture in an Amazon estuary, Para state, Northern Brazil. *Revista de Biologia Marina y Oceanografía*, v. 53, n. 1, p. 9-17, 2018.
- CHAGAS, R. A.; HERRMANN, M. Abundância e diversidade de espécies que compõe o biofouling está relacionada à biomorfometria das conchas das ostras? In: SEMINÁRIO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA, XIV, 2016, Belém. *Anais...* Belém: UFRA, 2016.
- CHELLAM, A. Biofouling and predation. In: CHELLAM, A.; VICTOR, A.C.C.; DHARMARAJ, S.; VELAYUDHAN, T.S.; SATYANARAYANA, K. (Ed.). *Pearl oyster farming and pearl culture*. Cochín: FAO, 1991. Disponível em <http://www.fao.org/3/AB726E/AB726E07.htm#ch7>
- CONNELL, S. D.; GLASBY, T. M. Do urban structures influence local abundance and diversity of subtidal epibiot? A case study from Sydney Harbour, Australia. *Marine Environmental Research*, Amsterdam, v. 47, p. 373-387, 1998.
- FITRIDGE, I.; DEMPSTER, T.; GUENTHER, J.; DE NYS, R. The impact and control of biofouling in marine aquaculture: A review. *Biofouling*, v. 28, p. 649-669, 2012.
- FRIGOTTO, S. F. Fauna carcinológica vágil associada às lanternas de ostreicultura na baía de Guaratuba, PR. 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/25598>
- GRIBBEN, P. E.; MARSHALL, D.J.; STEINBERG, P.D. Less inhibited with age? Larval age modifies responses to natural settlement inhibitors. *Biofouling*, v. 22, n. 1-2, p. 101-106, 2006.
- KENNEDY, V. S. The ecological role of the eastern oyster, *Crassostrea virginica*, with remarks on disease. *Journal of Shellfish Research*, Washington v. 15, n. 1, p. 177-183, 1996.
- LEITE, L. A. Influência da predação, parasitismo e densidade de sementes de mexilhões *Perna perna* (L., 1758), cultivados na Baía Norte da Ilha de Santa Catarina. 2007. 39 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89865>
- MACEDO, P. P. B. Fauna associada ao cultivo de vieiras - *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Pectinidae) - na enseada de Armação do Itapocoroy, Penha, SC. 2012. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2012.
- MACEDO, P. P. B.; MASUNARI, S.; CORBETTA, R. Crustáceos decápodos associados às cordas de cultivo do mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha - SC. *Biota Neotropica*, Campinas, v. 12, n. 2, p. 185-195, 2012.
- MARENGHI, F. P.; OZBAY, G.; ERLAND, P. J.; SNOOK-ROSSI, K. A comparison of the habitat value of sub-tidal and floating oyster (*Crassostrea virginica*) aquaculture gear with a created reef in Delaware's Inland Bays, USA. *Aquaculture International*, Heidelberg, v. 18, n. 1, p. 69-81, 2010.
- MARENZI, A. W. C. Influência do cultivo de mexilhões sobre o habitat bentônico na enseada da Armação do Itapocoroy, Penha, SC. 2002. 120 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1764>
- MARENZI, A. W. C.; BRANCO, J. O. O cultivo do mexilhão *Perna perna* no município de Penha. In: BRANCO, J. O.; MARENZI, A. W. C. (Ed.). *Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudos de caso em Penha*. Itajaí: Editora da UNIVALI, 2006. p. 227-244.
- MELO, M. D.; SILVA, A. R. B.; VARELA, E. S.; SAMPAIO, I.; TAGLIARO, C. H. Development and characterization of ten microsatellite markers for population studies of the native Brazilian oyster *Crassostrea gasar*. *Conservation Genetics Resources*, v. 4, p. 582-586, 2012.
- NYBAKKEN, J. W.; BERTNESS, M. D. *Marine Biology: an ecological approach*. São Francisco: Benjamin Cummings, 2004.
- PINTO, F.M.V. Efeito de organismos incrustantes sobre o crescimento e a sobrevivência de ostras nativas do gênero *Crassostrea* em um cultivo suspenso na Baía de Guaratuba (Paraná - Brasil). 2007. 53 f. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) - Universidade Federal do Paraná, Ponta da Paraná. 2007. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/36593>
- PORTIELLA, K. F.; JOUKOSKI, A.; SILVA, A. S.; BRASSAC, N. M.; BELZ, C. E. Biofouling e biodeterioração química de argamassa de cimento Portland em reservatório de usina hidroelétrica. *Química Nova*, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 1047-1051, 2009.
- QUAGLIARINI, E.; GIANANGELI, A.; D'ORAZIO, M.; GREGORINI, B.; OSIMANI, A.; AQUILANTI, L.; CLEMENTI, F. Effect of temperature and relative humidity on algae biofouling on different fired brick surfaces. *Construction and Building Materials*, Edinburgh, v. 199, p. 396-405, 2019.
- RODRIGUES, W. C. *Estatística aplicada*. Paracambi: W. C. Rodrigues, 2010.
- SHUMWAY, S. E.; DAVIS, C.; DOWNEY, R.; KARNEY, R.; PARSONS, J.; RHEAULT, R.; WIKFORS, G. Shellfish aquaculture - In praise of sustainable economies and environments. *World Aquaculture*, Baton Rouge, v. 34, n. 4, p. 15-18, 2003.
- SIEVERS, M.; FITRIDGE, I.; DEMPSTER, T.; KEOUGH, M. J. Biofouling leads to reduced shell growth and flesh weight in the cultured mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Biofouling*, v. 29, n. 1, p. 97-107, 2013.
- SIEVERS, M.; DEMPSTER, T.; FITRIDGE, I.; KEOUGH, M. J. Monitoring biofouling communities could reduce impacts to mussel aquaculture by allowing synchronisation of husbandry techniques with peaks in settlement. *Biofouling*, v. 30, n. 2, p. 203-212, 2014.
- SIEVERS, M.; DEMPSTER, T.; KEOUGH, M. J.; FITRIDGE, I. Methods to prevent and treat biofouling in shellfish aquaculture. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 505, p. 263-270, 2019.
- SOUZA, G. B. G.; PASSOS, G. M.; BOEHS, G. Macrofauna incrustante em colares de sururu (*Mytilus guyanensis*) na ilha do Tanque, Península de Marau (BA). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, VIII, 2007, Caxambú. *Anais...* Caxambú: SBE, 2007. Versão eletrônica.
- UNDERWOOD, A.; CHAPMAN, M. Early development of subtidal macrofaunal assemblages: relationships to period and timing of colonization. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 330, n. 1, p. 221-233, 2006.
- ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 960 p.